

DE LOOP VAN DE AMSTEL IN AMSTERDAM

Een aardkundige benadering

De Amstel in Amsterdam is misschien wel de meest bezongen en bekende rivier van Nederland. Merkwaardigerwijs is er, aardkundig gezien, niet zo veel van bekend. Waarschijnlijk omdat er van de loop door Amsterdam zo moeilijk aardkundige gegevens verkregen kunnen worden. Er staat overal bebouwing en er zijn vele meters zand op een deel van de Amstel en het omliggende veengebied opgebracht.

Vanuit andere disciplines, zoals geschiedenis en historische geografie, zijn er daarentegen wel theorieën gepubliceerd over de loop van de Amstel door Amsterdam. Zo zou het min of meer rechte stuk van de Amstel in Amsterdam, gelegen tussen de Berlagebrug en de Blauwbrug (Stopera), zijn gegraven en zou de Amstel mogelijk een loop via de Watergraafsmeer naar de Zuiderzee hebben gehad (de Baar, 2007). Volgens de Bont (2008, 2009) zou de Amstel vóór het graven van dit rechte stuk uit twee delen hebben bestaan, gescheiden door een waterscheiding. Het noordelijke deel zou vanaf de Blauwbrug via Waterland naar het noorden hebben gestroomd, en het andere deel vanaf de Watergraafsmeer naar het zuiden. Tenslotte zou volgens Carasco-Kok (2004) de Amstel mogelijk vanaf de Stopera via de Zwanenburgwal en langs de Montelbaanstoren naar de Zuiderzee (Almere) hebben gestroomd.

In dit artikel willen we op grond van aardkundige argumenten een geologische visie geven over loop en ouderdom van de Amstel. Door middel van de analyse van kaarten, geologische doorsneden over de Amstel en

de bestudering van herkomst, ouderdom en milieu van afzetting van Amstel-sedimenten. In en direct buiten de stad.

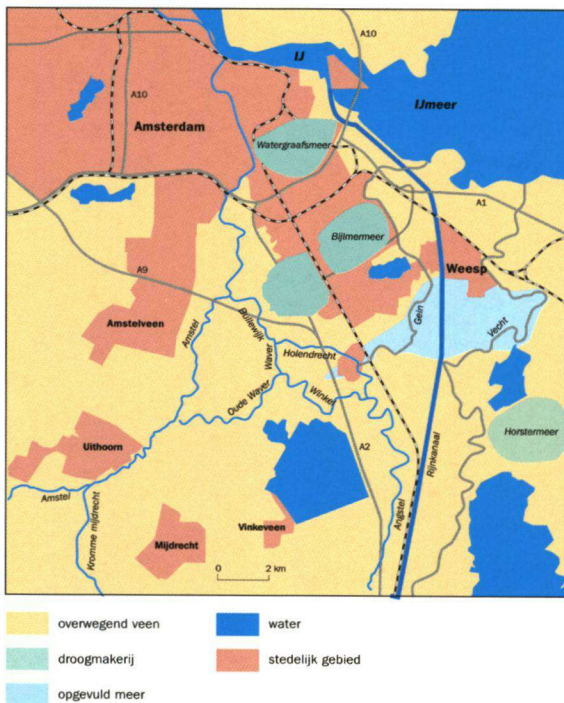
Kaarten

De Amstel op topografische kaarten

De rivier die de naam Amstel draagt, en zijn zijrivier de Kromme Mijdrecht, beginnen in het veengebied tussen Mijdrecht en Leimuiden. Even ten zuiden van Uithoorn komen ze samen om vervolgens als Amstel in noordelijke richting naar Amsterdam te stromen, waar de Amstel uitmondt in het IJ. Het laatste stuk van de Amstel in Amsterdam is tussen Spui en de Beurs van Berlage gedempt: helemaal afgedekt met zand.

De Amstel is vanaf Uithoorn, in noordelijke richting, een rivier met uitgesproken meanders. Zowel de straal van de meanders als de golflengte lijken naar het noorden toe te nemen. Dit suggereert een stroomrichting naar het noorden en een beduidende stroomsnelheid en debiet tijdens de vorming. De grote meanders in de Amstel direct ten zuiden van de Watergraafsmeer zijn in tegenspraak met de suggestie dat hier een zuidelijke loop van de Amstel zijn oorsprong zou vinden. Een uitzondering op de meanderende loop is onder andere het 3 kilometer lange, min of meer rechte stuk in Amsterdam, tussen Stopera en de toegang tot de Watergraafsmeer (nabij de Berlagebrug).

De Amstel staat via de Oude Waver en de Bullewijk in verbinding met het Vecht/Angstel systeem. Vooral de Winkel en Oude Waver hebben uitgesproken meanders. Je zou daaruit kunnen afleiden dat het contact tussen



Afb. 1.
Overzichtkaartje van het gebied rond de Amstel.

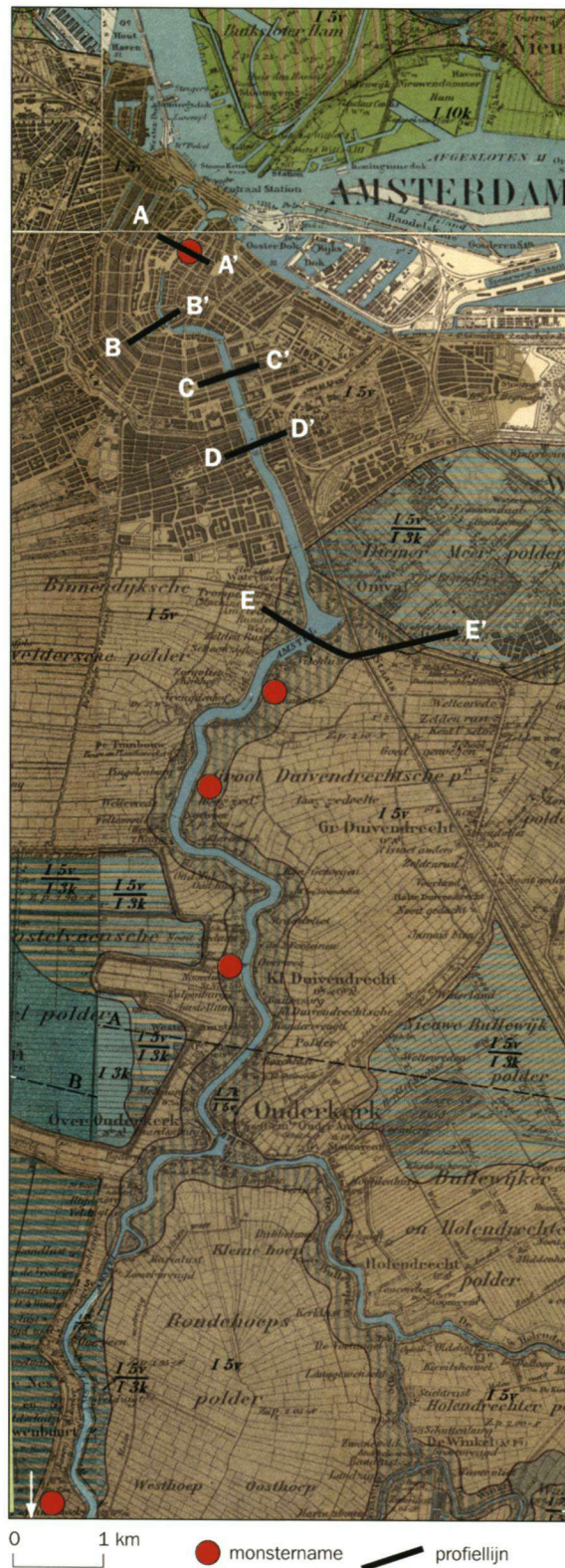
Amstel en Angstel/Vecht vooral via Winkel en Oude Waver heeft gelopen en dat Amstel en Kromme Mijdrecht ten zuiden van Uithoorn zijriviertjes van dit systeem zijn (Afb. 1).

Opvallend is dat de breedte van de Amstel (gemeten als afstand tussen de dijken) in de stad richting het IJ toeneemt. De grootste breedte bereikt de Amstel vlak voordat de rivier in het IJ uitmondt. Een dergelijke trechtervormige monding is een verschijnsel dat aan de monding van getijderivieren optreedt. Dit suggereert dat de (monding van de) Amstel aan getijdeinvloed onderhevig is geweest. Vergelijkbare trechtervormen zijn ook te zien aan de monding van het Spaarne, de Liede, de Gaasp/Diem en mogelijk de Zaan.

Thematische kaarten

Naast topografische kaarten zijn er aardkundige kaarten die een beeld van de Amstel geven. Een probleem daarbij is echter dat het stedelijke gebied van Amsterdam (vrijwel) niet is gekarteerd. De Geologische Kaart van Nederland (1927 en 1928) vermeldt het voorkomen van rivierklei langs de Amstel (ten noorden van Uithoorn), en verder langs de Oude Waver, Bullewijk, Waver, Winkel, Angstel en Vecht. De rivierklei is over een breedte van 200-300 meter aan weerszijden van de rivieren aangegeven. De dikte van de kleilaag zou niet meer dan 50 centimeter bedragen. In Amsterdam, ten noorden van de Watergraafsmeer, ontbreken gegevens (Afb. 2).

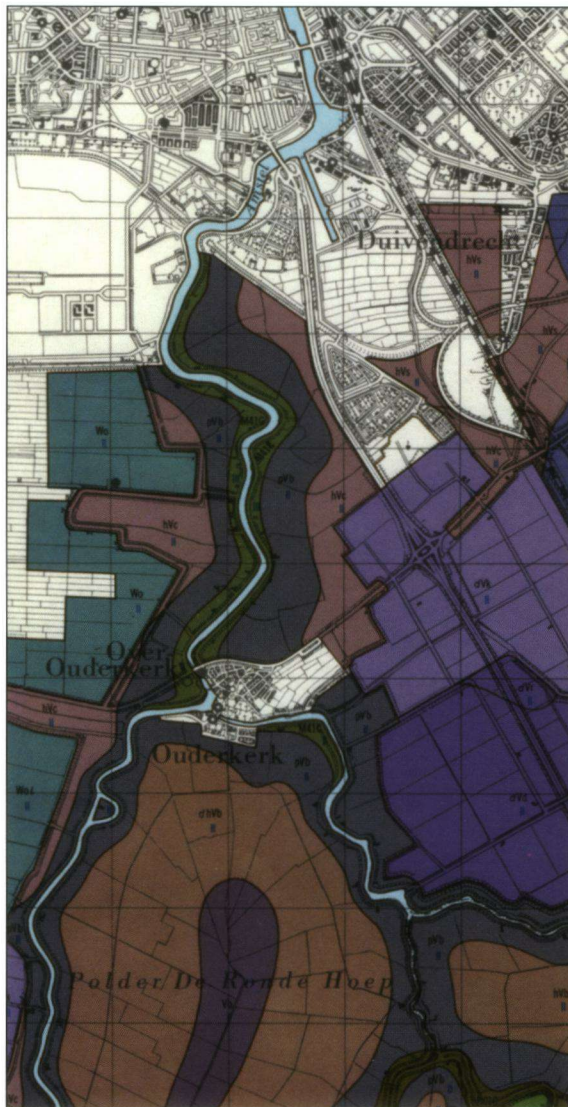
Op de Bodemkaart van Nederland (1965) die 25 jaar later is opgenomen, staat langs de Amstel een enkele honderden meters brede zone met bosveen aangegeven. Op deze zogenaamde weideveengronden ligt een laagje humeuze klei (code pVb). Deze zone is vergelijkbaar met de rivierklei op de Geologische Kaart. Wat opvalt is, dat er langs de Amstel, vanuit het noorden komend, tot even voorbij Ouderkerk Jonge Zeeklei (Zuiderzeeklei, volgens de Toelichting afgezet tussen 250 - 500 AD) staat aangegeven (Afb. 3). Op de Geomorfologische



Afb. 2.
Detail van de 'oude geologische kaart' 1:50.000 (1927/28) met de oeverwallen langs de Amstel, de ligging van de profielen A-A' t/m E-E' en de monsterlocaties voor pollen- en diatomeeënonderzoek.

Kaart van Nederland (1993) tenslotte, staan rivier-inversieruggen aangegeven bij Amstelveen en langs een deel van de Oude Waver. Oostelijker, vanaf de Winkel, zijn deze ruggen veel expressiever. Ze zijn ontstaan door het inklinken van het veen aan weerszijden van de rivier waardoor de rivierklei plaatselijk hoger, als een soort oeverwal, langs de rivier kwam te liggen (Afb. 4). Het direct ten zuiden van Amsterdam voorkomen van klei langs de Amstel (rivierklei volgens de Geologische Kaart) en rivierinversieruggen (Geomorfologische Kaart) suggereert een aanvoer van klei vanuit de Angstel/Vecht; de zeeklei (Bodemkaart) moet uit het noorden (Noordzee of Zuiderzee) zijn aangevoerd via de Amstel of de Watergraafsmeer.

Afbeelding 3.
Detail van de Bodem-
kaart 1:50.000 (1965).
De 'Jonge Zeeklei' in
de bedding van de
Amstel (code M41G)
en de dunne laag klei
langs de Amstel op
bosveen (code pVb)
zijn goed te zien.



0 1 km

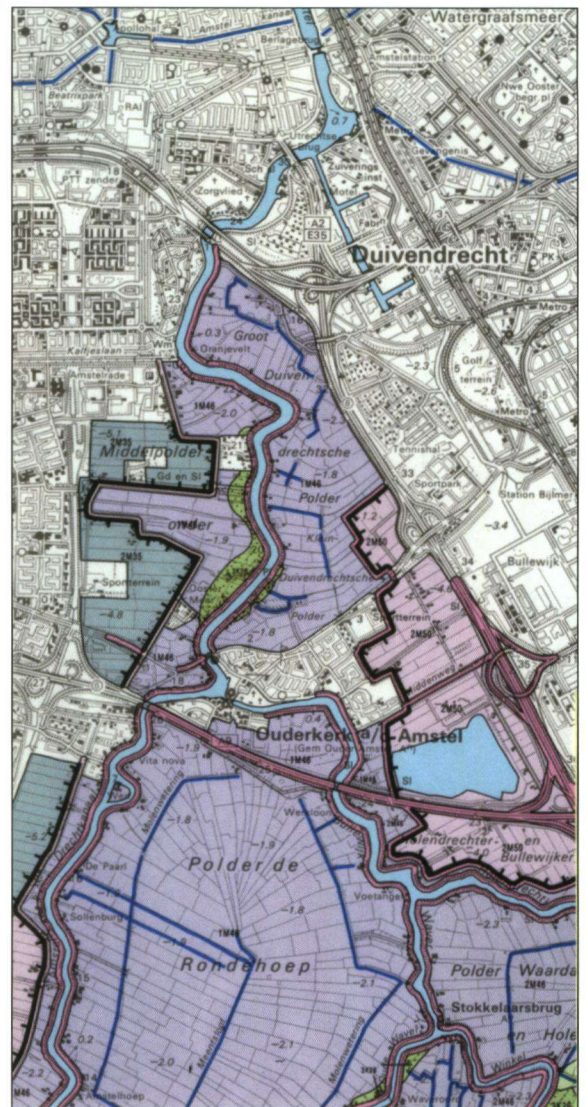
In ieder geval komt langs de Amstel (ten noorden van Uithoorn) een laag klei op het veen voor, die, wanneer zichtbaar, op een oeverwal lijkt maar eigenlijk een rivierinversierug is.

Angstel, Vecht en Oer-IJ

De Angstel en de Vecht

Het Angstel/Vecht rivierensysteem begon te functioneren rond 3.000 jaar voor heden (BP). De rivierklei van Angstel en Vecht is afkomstig van de Rijn (Weerts et al., 2002). Wat betreft de herkomst van de rivierklei in de Amstel komt alleen het Angstel/Vecht systeem in aanmerking. Op weg naar het noorden verloren Angstel en Vecht sediment door veelvuldig splitsen van de rivieren en doordat grote meren in het veengebied werden opgevuld (De Gans et al., 2010; Bos, 2010).

Volgens Weerts et al. (2002) was rond de Romeinse Tijd (~ 2.000 jaar BP) de aanvoer van sediment nog maar zeer gering en was de hoofdafvoer van Angstel naar Vecht verplaatst. Aan de aanvoer van rivierklei en water vanaf de Rijn naar Angstel, Vecht en Amstel kwam in 1122 AD een einde toen de Kromme Rijn bij Wijk bij Duurstede werd afgedamd. Het is op grond van deze gegevens duidelijk dat door de geringe sedimentaanvoer en het afvangen van sediment in meren, de oeverwallen langs de vertakkende riviertjes in dit vlakke veengebied plaatselijk slecht ontwikkeld zijn.



0 1 km

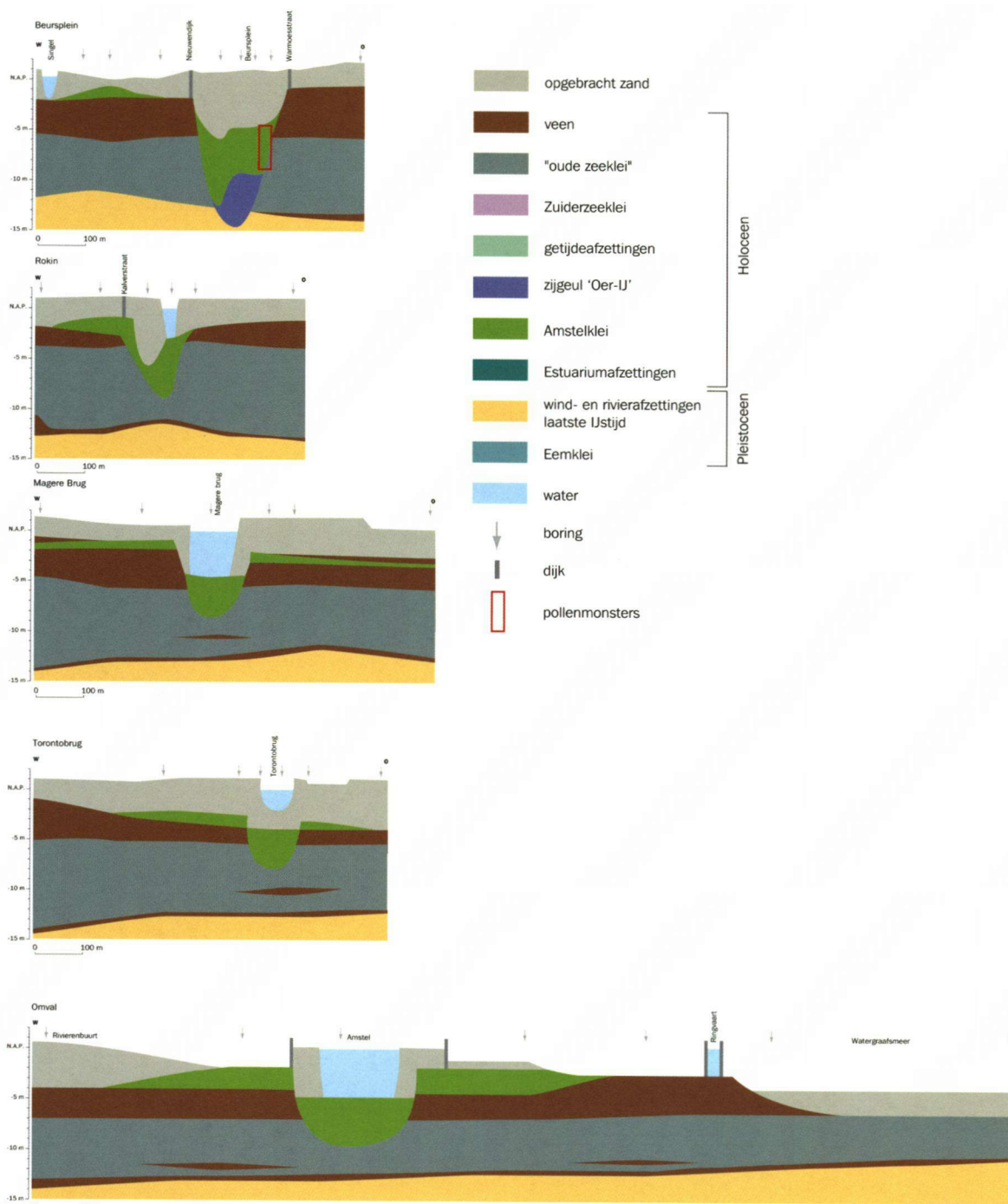
Afbeelding 4.

Detail van de Geomorfologische Kaart 1:50.000 (1993)
met het voorkomen van de reliëfinversierug (groen).

Het mondingsgebied van de Amstel

De Amstel mondt in Amsterdam uit in het IJ. Het IJ is een restant van een oorspronkelijk brede getijdgeul die vanaf ca. 7.000 jaar BP vanuit het gebied ten noorden van IJ-burg via het Centraal Station en Spaarnwoude richting Haarlem en Zandvoort stroomde en daar in de Noordzee uitmondde. Ongeveer 4.000 jaar geleden werd de monding van deze geul door noordwaartse kuststromen naar Castricum verplaatst (De Mulder et al., 2003). De brede getijdgeul veranderde hierbij in een smal, maar sterk meanderend estuarium (Oer-IJ) waarop vanaf ca. 3.000 jaar BP de Amstel aansluiting op vond.

Tussen 2.300-2.100 jaar BP verzandde de monding van het Oer-IJ (Westerhoff et al., 1987; De Mulder et al., 2003). Vanaf dat moment moet het water van de Amstel via het Almere/Flevomeer naar het noorden hebben gestoomd. Bij het ontstaan van de Zuiderzee, rond 1000-1200 AD, kwam er beperkte getijdewerking in de monding van de Amstel. Tijdens langdurige stormperiodes werd het water van de Zuiderzee in de monding van de Amstel meerdere meters verhoogd



Afbeelding 5.
Geologische
profielen over de
Amstel. Tevens zijn
de monsterlocaties
aangegeven. Lig-
ging: zie Afb. 2.

(bij noorder-, noordooster- of oosterstorm) of sterk verlaagd (bij zuidwesterstorm). Na de aanleg van de dam in de Amstel (1265 - 1275 AD) werden brak water en sedimentaanvoer in de Amstel vanuit het noorden onmogelijk.

Geologische opbouw

Regionale geologische opbouw

De in het Pleistoceen gevormde zandbasis ligt in Amsterdam 10-12 meter -NAP. Hierop is vanaf 7.500 jaar BP een laag (basis)veen gevormd en vervolgens een (soms zandige) lagunaire klei ('Oude Zeeklei'). Vanaf ongeveer 5.000 jaar BP, toen deze 'zeeklei' was opgeslibd tot 5-6 meter -NAP, werd hierop veen (Oppervlakte- of Hollandveen) gevormd. Het oppervlak hiervan reikte in de Vroege Middeleeuwen tot enkele meters boven NAP. Vanaf de Middeleeuwen werd het veengebied in cultuur genomen. Tussen 1000 - 1250 AD daalde het oppervlak door ontwatering tot ca. 0 meter NAP [Vos, 1983]. Thans ligt het op 1-2 meter -NAP. De

Amstel was dus een rivier die door een vlak gebied met een dik pakket veen stroomde. Vóór de ontwatering van het veen door de mens lag de rivier lager dan het omringende veen, na de ontwatering (en bedijking) hoger.

Enkele geologische doorsneden over de Amstel in Amsterdam

Om zekerheid over de loop van de Amstel door Amsterdam te krijgen is met behulp van boorgegevens van TNO Geologische Dienst Nederland (DINO), Bureau Noord/Zuidlijn, Omegam en het Ingenieursbureau Amsterdam een aantal geologische profielen geconstrueerd (Afb. 5). In de profielen is de loop van de Amstel gekenmerkt door het ontbreken van Hollandveen en het in plaats daarvan voorkomen van een humeuze of sterk humeuze klei. Zand is afwezig in het sediment van de Amstel. Deze humeuze Amstelklei onderscheidt zich van de onderliggende 'Zeeklei' doordat de laatste minder humeus is en vaak mariene schelpresten bevat.

De onderkant van de Amstelklei ligt in vrijwel alle profielen op dezelfde diepte: ca. 8-9 meter -NAP. Alleen vanaf de Dam ligt dit niveau wat lager. Het ontbreken van veen en de grote diepte van de Amstelklei maken een ontstaan door graven niet waarschijnlijk. We hebben daarom te maken met de natuurlijke loop van de Amstel. Het feit dat het stroombed van de Amstel opgevuld is met klei wijst op een geringe stroomsnelheid van het rivierwater tijdens de sedimentatie.

Onder de afzettingen van de Amstel komt in het traject tussen Rokin en het IJ-sediment voor, dat is afgezet in een voormalige zijgeul van het Oer-IJ getijdesysteem (Afb. 5 en 11). Deze zijgeul neemt vanaf het Rokin naar het noorden sterk in diepte toe om bij Dam en Beursplein een diepte te bereiken van 15-18 meter -NAP. Verder naar het zuiden is de ligging van deze getijdegeul onduidelijk.

De bovenkant van het naast de Amstel gelegen veen is door vergraven en ophogen sterk aangetast en ligt nu tussen de 1 en 4 meter -NAP. Deze lage ligging is het gevolg van vaak meer dan 6 meter dik opgebracht zand.

Uit de profielen in de stad blijkt verder dat er langs de Amstel aan weerszijden plaatselijk een 100-300 meter brede en tot 2 meter dikke kleilaag voorkomt, die echter

door sterke omwerking en vergraving niet overal meer in boringen onder een dikke laag opgebracht zand waarneembaar is. Deze klei gaat zijdelings vaak over in een venige klei. Deze kleistrook is een voortzetting van de klei langs de Amstel ten zuiden van Amsterdam en is op te vatten als een oeverwal (rivier-inversierug).

Ouderdom en afzettingsmilieu

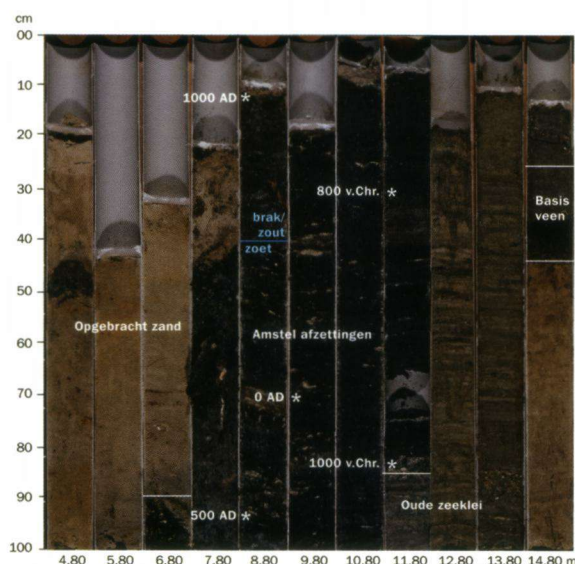
Ouderdom

Op het Beursplein is in 1996 een steekboring gezet waarbij een dik pakket Amstelklei werd aangeboord. Deze klei is zowel op polleninhoud als op het voorkomen van diatomeeën geanalyseerd (Cleveringa, 1998; De Wolf, ongepubliceerd). De boring staat in de stroomgordel van de Amstel, dat wil zeggen dat de sedimentaire opeenvolging vol hiaten zit. Uit pollenonderzoek blijkt de onderste Amstelklei te dateren rond het laatste deel van het Subboreaal (ca. 3.000 jaar BP). De rivierafzettingen gaan, met onderbrekingen (er zijn hiaten aanwezig), door tot aan de Middeleeuwen; ruwweg de 12^e/13^e eeuw (Afb. 6).

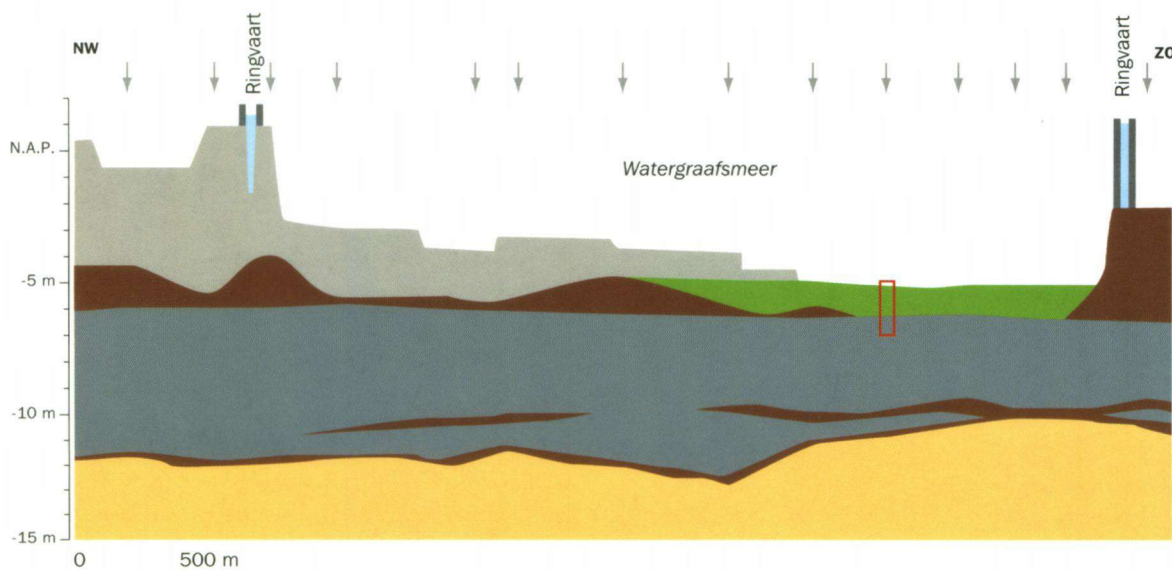
Direct ten zuiden van Amsterdam is pollenonderzoek verricht aan drie handboringen in de oeverwal (een quickscan naar duidelijke tijdsindicatoren van vooral cultuurgewassen) om inzicht in ouderdom en milieu van afzetting te krijgen (Afb. 2). Hieruit bleek dat de Amstelklei op één locatie werd afgezet rond 3.000 jaar BP en op een andere ca. 2.000 jaar BP. Op een hoger niveau in de oeverwal werd klei uit de Vroege Middeleeuwen (vóór 1000 AD) aangetroffen. Jongere afzettingen werden niet gevonden, mogelijk doordat de bovenste 50 cm van het sediment omgewerkt was. Er zijn ook monsters genomen waar Oude Waver en Amstel samenkomen. Het pollenbeeld van de rivierklei uit de stroomgordel op circa 3 meter beneden maaiveld gaf een ouderdom van ca. 3.000 jaar BP aan.

De eerste sedimentatie in de 'oeverwal' (ca 3.000 jaar BP) komt overeen met de ouderdom van de onderste Amstel-afzettingen in de boring op het Beursplein en met die waar de Oude Waver in de Amstel stroomt. Al deze gevonden ouderdommen zijn in overeenstemming met de veronderstelde ouderdom van het Vecht/Angstelsysteem. Uit onze gegevens blijkt ook dat de aanvoer van rivierklei in de Amstel minstens doorging tot in de Vroege Middeleeuwen.

Afbeelding 6.
Foto van de gestoken boring op het Beursplein. Enkele ouderdommen zijn aangegeven.



Afbeelding 7.
Geologisch profiel over de Watergraafsmeer (Ligging: zie Afb. 8; Legenda: zie Afb. 5).



Herkomst van de Amstelklei

In de klei van de oeverwal werd het pollen van zilverspar en fijnspar aangetroffen. Dit wijst op een aanvoer van sediment vanuit de Rijn, aangezien deze boomsoorten niet tot de inheemse Nederlandse flora behoren (De Jong, 1968; Weerts et al., 2002). Ook in de boring op het Beursplein werden, omdat het hier een geulsediment betreft, weliswaar in mindere mate, deze pollenkorrels aangetroffen. De Amstelklei op het Beursplein moet daarom vanuit het zuiden via de bestaande loop van de Amstel door de stad zijn aangevoerd.

Afzettingsmilieu

In de boring Beursplein werden mariene diatomeeën en foraminiferen aangetroffen die wijzen op een influx van brak water (het riviermilieu bleef wel zoet). Dit wijst op een vermenging van het zoete rivierwater van de Amstel met het brakke water uit de Zuiderzee. Deze mariene invloed begon ergens tussen 500 en 1000 AD: globaal rond de 8^e eeuw. Deze invloed van zout- en brakwater in de monding van de Amstel is enkele honderden jaren later dan een geregistreerde influx van brakwater in het Naardermeer, rond de 5e eeuw (De Gans et al., 2010) maar duidelijk vóór het veronderstelde ontstaan van de Zuiderzee tussen 1000-1200 AD.

Ten zuiden van Amsterdam werden in de rivier-inversierug mariene diatomeeën en foraminiferen in het zoetwatermilieu aangetroffen uit de periode rond de 2.900 jaar BP. In de afzettingen daarboven werd het milieu weer geheel zoet. Iets noordelijker, aan de overkant van de rivier, werden in het oeverwalsediment met een Romeinse- en Vroeg Middeleeuwse ouderdom geen mariene diatomeeën aangetroffen (Afb. 2). Dat wil zeggen dat de oudste mariene influx vóór de Romeinse Tijd eindigde, en dat de jongere mariene invloed niet zo ver landinwaarts reikte als de oudste. De oudste influx (ca. 2.900 jaar BP) moet afkomstig zijn uit de Noordzee, omdat de Zuiderzee nog niet bestond. De tweede influx (vanaf ca. 400 - 500 AD) moet uit de Zuiderzee afkomstig zijn, omdat de monding van het Oer-IJ toen al lang afgesloten was. Het ontbreken van de mariene influx van rond 2.900 jaar BP in de boring Beursplein is het gevolg van het incomplete karakter van de sedimenten (hiaten) in deze boring in de stroomgeul.

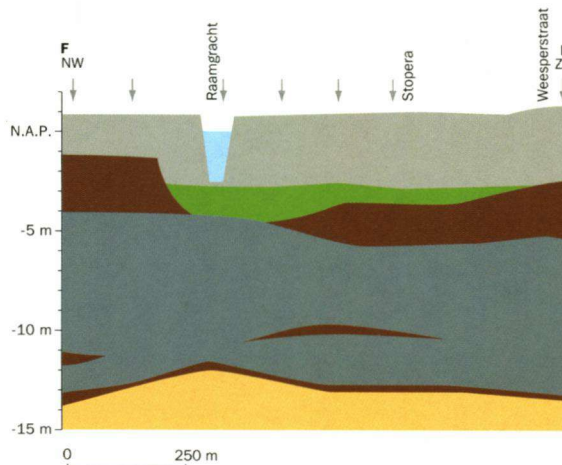
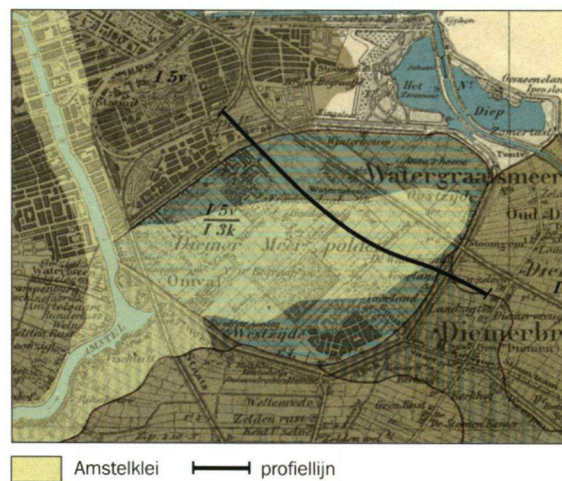
Samengevat

Samenvattend zijn er dus twee perioden met een mariene influx in de Amstelklei aangetroffen. Het voorkomen van deze mariene influxen in het Amstelgebied duidt op een verbinding met de Noordzee respectievelijk Zuiderzee en beïnvloeding van de Amstel door getijdewerking. Het veronderstelt ook stuwung van het water in de Amstel tijdens stormen. Door getijdewerking ontstonden verhoogde stroomsnelheden na het verdwijnen van de stuwung. Hierdoor werd meandervorming mogelijk. Ook de trechtervormige monding van de Amstel duidt op getijdewerking. Met andere woorden: de Amstel was vooral tijdens de oudste mariene influx een getijderivier, met een verbinding met de Noordzee. In de jongste fase was de invloed van het getij niet groot omdat de getijslag in de Zuiderzee niet meer dan 30 cm bedroeg (De Gans et al., 2010).

Andere lopen?

De Watergraafsmeer

Het voorkomen van zeeklei langs de Amstel tot even voorbij Ouderkerk uit de periode rond 2.900 jaar BP, duidt op een aanvoer vanuit het noorden. De aanvoer



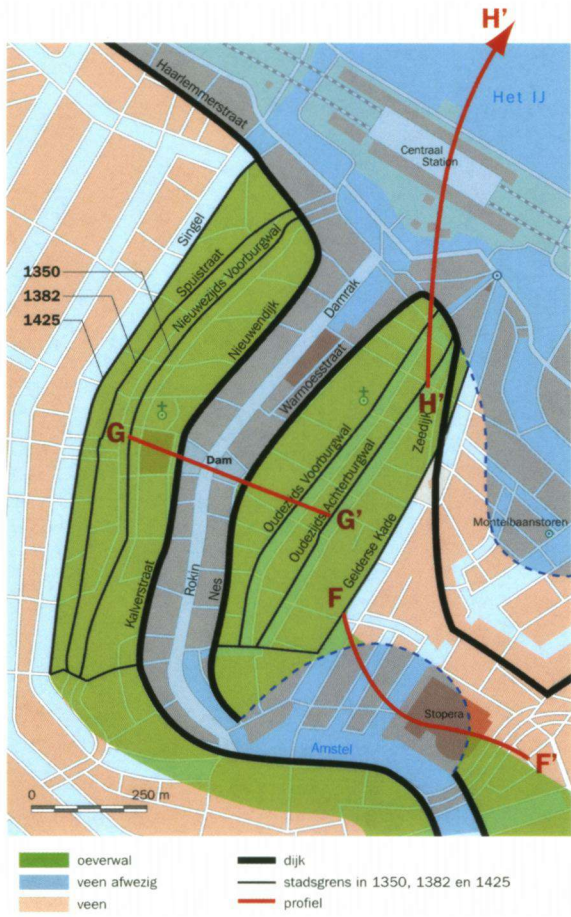
vond naar onze mening plaats via het nu aanwezige traject van de Amstel. Maar hoe zit het met de Watergraafsmeer als mogelijk mondingsgebied van de Amstel? De Watergraafsmeer of Diemermeer is een door erosie van het veen ontstaan meer. Vanuit (een meander in?) de Amstel werd een eerste aanzet tot erosie van het veen gegeven waarna het meer geleidelijk aan, tijdens hoogwater, door wind en golferosie in oostelijke richting werd uitgebreid. De ontstaanswijze is vergelijkbaar met die van het Naardermeer en het Horstermeer (De Gans et al., 2010). Het meer is drooggelegd in 1629 maar daarna nog enkele malen door dijkdoorbraken (1651) of door oorlogshandelingen (1672) geïnundeerd.

Uit een profiel (Afb. 7) door de Watergraafsmeer blijkt dat er geen sprake is van een voormalige loop van de Amstel door deze polder. Hoewel er volgens de Geologische Kaart overal restveen op de bodem van het meer voorkomt, blijkt dat er in een brede west-oost zone een ca. 1 meter dikke (sterk) humeuze klei voorkomt. Boven in deze kleilaag is een pollenmonster genomen. Op grond van het voorkomen van pollen van fijnspar en zilverspar moet de klei afkomstig zijn van de Amstel (Rijn), en tussen de Romeinse Tijd en 700 AD (mogelijk nog iets eerder) zijn afgezet. De eerste sedimentatie van klei in dit meer zal wat ouder zijn, de laatste wat jonger; er zijn geen mariene indicatoren gevonden. Dat onderstreept het feit dat de jongste mariene influx zoals aangetroffen in de boring Beursplein, niet ver naar het zuiden is doorgedrongen. Interessant is dat de verbreiding van de klei (Afb. 8), de meergrootte aangeeft op het moment dat de aanvoer stagneerde door de aanleg van dammen in Kromme Rijn (1122 AD) en Amstel (1265/1275 AD). Het is dus de meergrootte rond de 13^e eeuw.

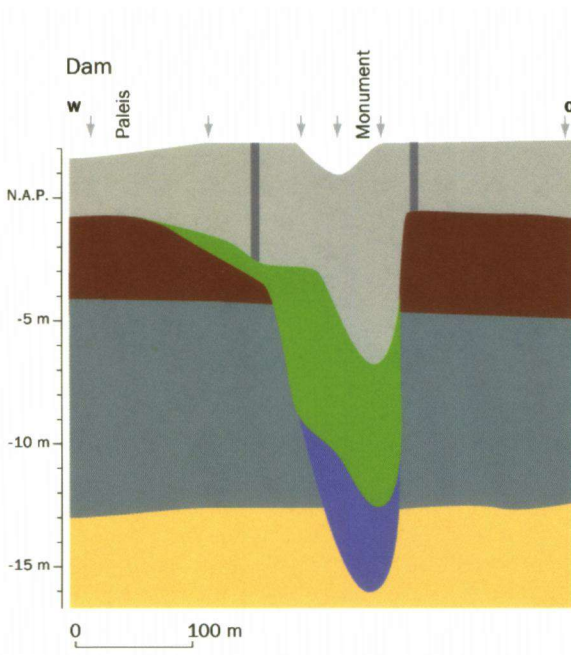
Afbeelding 8. De Watergraafsmeer op de 'oude geologische kaart' 1:50.000 (1927/28). Het voorkomen van de Amstelklei, de ligging van het profiel (Afb. 7) en de locatie van monsternamen zijn aangegeven.

Afbeelding 9. Geologische profiel F-F' langs de Amstel bij de Stopera. De insnijding van de Amstel ontbreekt hier. Ligging profiel: zie Afb.10 (pag. 48); Legenda: Zie Afb. 5.

Afbeelding 10. Eenvoudig geologisch kaartje van de binnenstad van Amsterdam. De oeverwallen aan weerszijden van de Amstel, de Middeleeuwse stadsuitbreidingen op de oeverwallen en het ontbreken van het veen rond Stopera en Montelbaanstoren zijn aangegeven.



Afbeelding 11. Geologisch profiel G-G' over de Dam waaruit de diepe insnijding van de Amstel in de laatste fase blijkt. Ligging profiel: zie Afb. 10; Legenda: zie Afb. 5.



Een loop langs de Montelbaans toren?

Met behulp van beschikbare boringen is nagegaan of er een Amstel-tak heeft gestroomd via Zwanenburgwal en Oude Schans. Op zich is deze vraag niet zo verwonderlijk omdat, als je naar de loop van de slaperdijk kijkt (Zeedijk, Jodenbreestraat, Anthoniesluis en Hoogte Kadijk), deze hier een merkwaardig grote knik maakt. Uit een profiel (Afb. 9) blijkt dat hier geen Amsteltak heeft gelopen. De insnijding ontbreekt hier. Wel is rondom de Stopera het Hollandveen door erosie verdwenen. In plaats daarvan ligt hier nu een humeuze klei. Er lijkt hier beginnende meervorming te zijn opgetreden vergelijkbaar met die in de Watergraafsmeer (Afb. 10).

In een deel van het gebied rond de Montelbaanstoren, waar de slaperdijk een grote bocht maakt, ontbreekt het veen eveneens (Afb. 10). Dit is waarschijnlijk het gevolg van stormen vanuit de Zuiderzee. Later vond hier opslibbing met Zuiderzeeklei plaats. Helaas is het door het dikke pakket opgebracht zand niet mogelijk hier monsters voor pollen- of diatomeeënanalyse te verzamelen. Of er ooit een verbinding tussen deze beide gebieden, waar het Hollandveen ontbreekt, is geweest, blijft vooralsnog onduidelijk.

Laatste stuiptrekkingen van de Amstel

Tijdens archeologisch onderzoek is op het Rokin, vlak voor de Dam (bij het voormalige Hotel Polen) op een diepte van 10 meter -NAP een 13^e eeuwse kruik uit Andenne (België) gevonden in de Amstel-sedimenten. Boven de kruik lagen dikke lagen Amstel 'bagger' met daarop weer een laag rietveen (Veerkamp, 1998). Het voorkomen van de kruik wijst op een (korte?) fase met diep water in de rivier en een sterke verticale erosie in de laatste fase van de Amstel. Het voorkomen van bagger en veen wijst op snelle opvulling en verlanding. Het veen en dus de verlanding brengt Veerkamp in verband met de aanleg van de Dam.

Een paar honderd meter noordelijker zijn in een boring op de Dam op een diepte van 12 meter -NAP baksteenfragmenten aangetroffen (Middeleeuwen of jonger) met daarboven sterk humeuze tot venige klei (Afb. 11). Ook de antropogene opvulling van de Amstel in verband met de aanleg van de Dam reikt tot 7 meter -NAP. Hier heeft waarschijnlijk wel enige compactie plaatsgevonden. In een boring onder het Centraal Station zijn fragmenten van 17^e eeuws aardewerk aangetroffen op een diepte van 15 meter -NAP (Afb. 12; De Gans, 2006). Ook hier heeft mogelijk wat compactie plaatsgevonden, maar niet meer dan enkele meters.

De kruik, resten baksteen en fragmenten aardewerk wijzen erop dat in de Middeleeuwse Amstel een diepe insnijding heeft plaatsgevonden. Veerkamp (1998) verklaart de diepe ligging van de kruik door een inbraak vanuit de Zuiderzee in 1170 AD. Een dergelijke sterke erosie in de bedding van een rivier door binnendringend water vanuit de zee lijkt ons echter niet waarschijnlijk. De verklaring moet eerder gezocht worden in een fluviaal erosieproces. De erosie kan mogelijk zijn opgetreden bij sterke verlaging van het Zuiderzee/IJ-niveau bij zuidwester stormen, gekoppeld aan hoge waterstanden in de Amstel. Dit proces kan mede zijn gestimuleerd door spuien in de sluizen in de Dam.

Conclusies

Het overeenkomen in ouderdom van de oudste sedimenten van de Amstel met die van de Angstel en de Vecht, en het voorkomen van rivierklei in de Amstel die afkomstig moet zijn van de Rijn, duiden op een samenhangende ontstaansgeschiedenis van Amstel en Angstel/Vecht.

De geologische profielen over de huidige loop van de Amstel en het voorkomen van zilverspar en fijnspar pollen (afkomstig vanuit de Rijn) in het mondingsgebied van de Amstel maken duidelijk dat dit het oorspronkelijk traject van de Amstel is. Dit wordt bevestigd door het voorkomen van een influx van 'Jonge Zeeklei' rond 2.900 jaar BP langs de Amstel tot aan Ouderkerk (die staat ook op de Bodemkaart maar met een andere datering). De 'Jonge Zeeklei' moet, via de Amstel, vanuit

de Noordzee gekomen zijn. Dit wijst erop dat de Amstel vóór de Romeinse Tijd een getijderivier was. In deze fase zijn waarschijnlijk de meanders in de Amstel en de trechtervormige monding ontstaan. In de tweede fase met mariene influxen, die duurde tot de aanleg van de dam in de Amstel, zijn meanders en trechtervorm mogelijk nog wat geaccentueerd.

Het vooral uit klei bestaande sediment in de bedding van de Amstel veronderstelt een geringe stroomsnelheid in het systeem. Dit lijkt in tegenspraak met het voorkomen van meanders, tenzij de meandervorming eerder plaats vond dan de sedimentatie. Wij menen dat de meandervorming is opgetreden door met het getij wisselende stroomsnelheden in de Amstel. Het zandige sediment ontbreekt omdat het al bezonken of afgevangen was.

Bovenstaande argumenten, de toenemende meander-grootte in noordelijke richting en het rivierpatroon duiden op een stroming van de Amstel naar het noorden via het huidige traject. Van een stroomrichting naar het zuiden, en een tweedeling van de Amstel, lijkt het geen sprake te zijn. Ook van een loop van de Amstel via de Watergraafsmeer of via het traject Stopera/Montelbaanstoren is geen sprake geweest.

De aanvoer van klei door de Amstel vanuit de Rijn is doorgestaan tot aan de Middeleeuwen. Langs de Amstel werd een oeverwal (rivier-inversierug) gevormd met een breedte van 200-300 meter. Deze oeverwal heeft een wisselende dikte en is op de ene plek eerder gevormd dan op de andere. Amsterdam werd in eerste instantie op deze oeverwallen gevestigd. De Middeleeuwse stadsuitbreidingen liepen parallel aan deze oeverwallen.

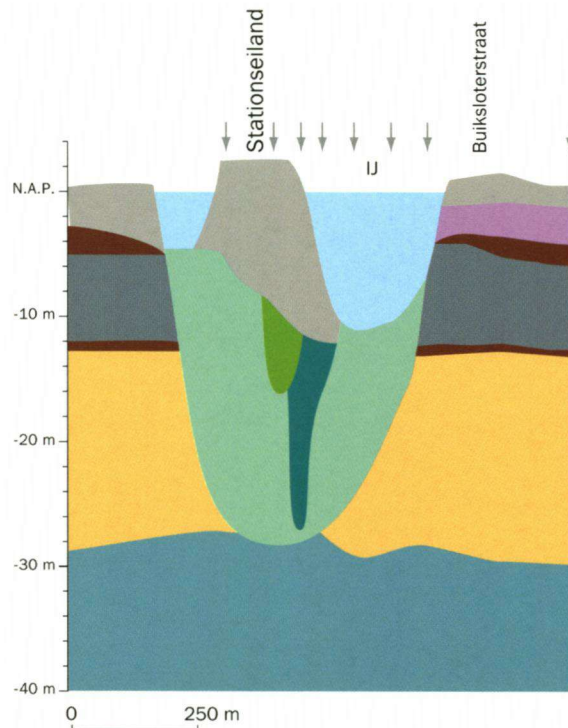
Het voorkomen van een mariene influx in het sediment aan de monding van de Amstel rond de 8e eeuw duidt op een fase waarin al beduidende mariene/brakwater invloed optrad, vóór het veronderstelde ontstaan van de Zuiderzee. Het ontstaan van de geconstateerde sterke verticale erosie in de laatste fase van de Amstel in de stad is voornamelijk nog een nog niet voldoende verklaard fenomeen.

Verantwoording

Dr. Ingwer Bos en Dr. Janrik van den Berg waren zo vriendelijk de tekst van commentaar te voorzien. Mariëtte Jongen en Han Bruinenberg waren behulpzaam bij het vervaardigen van de illustraties.

LITERATUUR

- Baar, P-P. de, 2001. Is de Amstel deels gegraven? Ons Amsterdam. Februari 2007. pp. 48 - 52.
- Bos, I.J., 2010. Distal delta-plain successions. Architecture and lithofacies of organics and lake fills in the Holocene Rhine-Meuse Delta, The Netherlands. Proefschrift Universiteit Utrecht.
- Carasco-Kok, M., 2004. Geschiedenis van Amsterdam. Deel 1. Tot 1578.
- Cleveringa, P., 1998. Paleobotanisch onderzoek aan de boring Beursplein 25G0943. NITG-TNO rapport 1273.
- De Bont, C., 2008. Vergeten land. Ontginning en waterbeheer in de westnederlandse veengebieden (800 - 1350). Proefschrift Wageningen Universiteit.



Afbeelding 12.
Geologisch profiel
H-H' over IJ en Centraal Station met de diepe insnijding van de Amstel.
Ligging profiel: zie Afb.10;
Legenda: zie Afb. 5.

- De Bont, C., 2009. Middeleeuws veen en middeleeuwse veenboeren. Grondboor & Hamer, jrg. 63 (3/4): pp. 85 - 93.
- De Jong, J., 1968. Pollenanalytisch onderzoek van een boring te Uitermeer. Intern rapport 508. Paleobotanische Afdeling, Rijks Geologische Dienst. Haarlem.
- Gans, W. de, 2006. Geologieboek Nederland. ANWB.
- Gans, W. de & Bunnik, F., 2005. Resten van stormruggen rond de voormalige Zuiderzee. Grondboor en Hamer, jrg. 59 (5/6): pp.124 - 127.
- Gans, W.de, Bunnik, F. & Wirdum, G. van, 2010. Het Naardermeer: een bijzondere en complexe ontstaansgeschiedenis. Grondboor & Hamer jrg. 64 (1): pp. 2-12.
- Veerkamp, J., 1998. Mammoeten in Amsterdam. Een archeologische verkenning langs de Noord/Zuidlijn. Directie Noord/Zuidlijn.
- Vos, P.C., 1983. De relatie tussen de geologische ontwikkeling en de bewoningsgeschiedenis in de Assendelfter Polders vanaf 1000 v Chr. In: R.W.Brandt et al. (red). De Zaanstreek archeologisch bekeken. Zaanstad. pp. 6 - 32.
- Weerts, H.P., Cleveringa, P. en Gouw, M., 2002. De Vecht/Angstel, een riviersysteem in het veen. Grondboor en Hamer, jrg. 56 (3/4): pp. 66 - 71.
- Wolf, H. de, ongepubliceerd. Telstaten en diagrammen diatomeeën uit de boring Beursplein 25G0943.

KAARTEN

- Bodemkaart van Nederland (1965). Schaal 1:50.000, Blad 25 Oost, Amsterdam.
- Geologische Kaart van Nederland (1927/28). Schaal 1:50.000. Blad 25 Amsterdam, kwartbladen III en IV en Blad 31 Utrecht, kwartblad I.
- Geomorfologische Kaart van Nederland (1993). Schaal 1:50.000. Blad 24, Zandvoort en 25 Amsterdam.